

POWERED BY **Dialog**

**THREE-DIMENSIONAL IMAGE GENERATING DEVICE, THREE- DIMENSIONAL IMAGE GENERATING AND DISPLAY DEVICE, AND METHOD THEREOF AND RECORDING MEDIUM**

**Publication Number:** 2000-348213 (JP 2000348213 A) , December 15, 2000

**Inventors:**

- PETER ZIMMERMANN
- MATSUMOTO YUKINORI

**Applicants**

- SANYO ELECTRIC CO LTD

**Application Number:** 11-159884 (JP 99159884) , June 07, 1999

**International Class:**

- G06T-017/00
- G06T-015/00

**Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the appearance of a display image by generating data showing how color data of a three-dimensional model are seen in multiple directions by using three-dimensional shape model data of an object and pieces of image data as to the object. **SOLUTION:** Image data is inputted from an image input part 10 and a solid shape input part 12 performs three-dimensional modeling based upon pieces of image data as to the object photographed from multiple positions to obtain three-dimensional shape data of the object. The image data is supplied to a color information conversion part 14 as well. This color information conversion part 14 generates color information related to respective positions of the three- dimensional shape data. The three-dimensional shape data and color information related thereto are stored in a data storage part 16. The image data read out of the data storage part 16 is supplied to a video generation part, where video data of the object at various viewpoints specified by a user are generated. On the basis of the video data, a video display part displays video of the object. **COPYRIGHT:** (C)2000,JPO

JAPIO

© 2004 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.

Dialog® File Number 347 Accession Number 6762342

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-348213

(P2000-348213A)

(43) 公開日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 6 T 17/00		G 0 6 F 15/62	3 5 0 A 5 B 0 5 0
15/00		15/72	4 5 0 A 5 B 0 8 0

審査請求 未請求 請求項の数72 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平11-159884

(22) 出願日 平成11年6月7日 (1999. 6. 7)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 ベーター ツィーマン

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(72) 発明者 松本 幸則

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(74) 代理人 100111383

弁理士 芝野 正雅

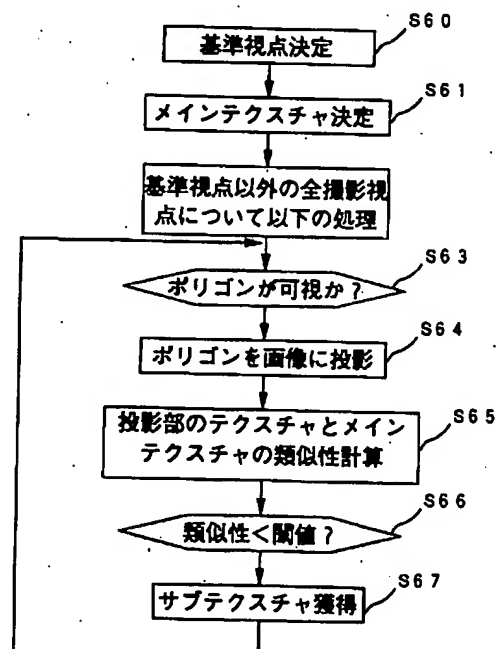
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元画像生成装置、三次元画像生成表示装置、及びその方法並びに記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 三次元モデリングを行なう手法において、表示画像の見た目を改善する。

【解決手段】 対象物を複数の方向から撮影し、複数の画像データを得、このデータに基づいて、三次元モデルのそれぞれの表面の色彩情報を、複数の画像データとして持つ。これによって、三次元モデルの誤りや、元になる画像データに照明の影響があっても、各種の視線方向における表示画像を自然な表示画像にできる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対象物の複数枚の画像データから前記対象物の三次元画像データを生成する三次元画像生成装置において、

前記対象物の三次元形状モデルデータを読み込むモデルデータ読み込み手段と、前記三次元形状モデルデータ及び対象物についての複数枚の画像データを用いて、前記三次元モデルの表面についての色彩データを、複数の方向から見たデータとして生成する色彩データ生成手段と、を有することを特徴とする三次元画像生成装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の装置において、前記色彩データ生成手段は、前記三次元モデルの表面を複数の要素に分割し、これらの少なくとも一つの要素についての色彩情報を、原画像である前記対象物についての複数枚の画像データから取り込むことで複数の方向から見たデータとして獲得し、更にこれらの色彩情報を前記原画像とは別の領域に再配置することで前記三次元画像データを生成することを特徴とする三次元画像生成装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の装置において、前記複数の要素は三角形ポリゴンであり、前記別の領域に再配置する際に、直角三角形に変換して前記色彩情報を再配置することを特徴とする三次元画像生成装置。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の装置において、前記複数の要素は三角形ポリゴンであり、前記別の領域に再配置する際に、二つの短辺長が 2 の冪（べき）であるような直角三角形に変換して前記色彩情報を再配置することを特徴とする三次元画像生成装置。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の装置において、前記複数の要素は四角形ポリゴンであり、前記別の領域に再配置する際に、長方形に変換して前記色彩情報を再配置することを特徴とする三次元画像生成装置。

【請求項 6】 請求項 2～5 のいずれか 1 つに記載の装置において、前記色彩情報を前記別の領域に再配置する際に、前記要素の辺の長さに基づいた並べ替え処理して再配置することを特徴とする三次元画像生成装置。

【請求項 7】 請求項 2～6 のいずれか 1 つに記載の装置において、前記複数の要素の大きさに一定の制限を持たせることを特徴とする三次元画像生成装置。

【請求項 8】 請求項 2～7 のいずれか 1 つに記載の装置において、前記複数の要素の大きさに一定の制限を持たせ、制限を越える要素に関しては制限を満たすよう再分割することを特徴とする三次元画像生成装置。

【請求項 9】 請求項 2～7 のいずれか 1 つに記載の装置において、前記複数の要素の大きさに一定の制限を持たせ、制限を越える要素に関しては制限を満たすよう縮小することを特徴とする三次元画像生成装置。

【請求項 10】 請求項 9 に記載の装置において、前記色彩データ生成手段は、前記三次元モデルの表面を複数の要素に分割し、全ての要素について、三次元モデルの表面についての色彩データを単一の方向から見たデータ

ととして生成するとともに、分割された複数の要素から、更にこれら要素の一部分を選択し、この一部分の要素については、三次元モデルの表面についての色彩データを複数の方向から見たデータとしても生成することを特徴とする三次元画像生成装置。

【請求項 11】 請求項 10 に記載の装置において、前記一部分の要素の選択は、前記要素を複数の方向から見た際の色彩情報相互の類似性に基づいて行なうことを特徴とする三次元画像生成装置。

10 【請求項 12】 請求項 11 に記載の装置において、前記類似性は、前記要素を複数の方向から見た際の色彩情報を、一定の範囲内で並行移動させて評価することを特徴とする三次元画像生成装置。

【請求項 13】 請求項 12 に記載の装置において、前記類似性は、前記要素を複数の方向から見た際の色彩情報の明るさを補正して評価することを特徴とする三次元画像生成装置。

【請求項 14】 請求項 1～13 のいずれか 1 つに記載の装置において、前記複数の方向から見たデータとして生成する色彩データは、見る方向、即ち視線情報に関連づけられていることを特徴とする三次元画像生成装置。

【請求項 15】 請求項 1～14 のいずれか 1 つに記載の装置は、更に、前記複数の方向から見たデータとして生成する色彩データのうち、相互に類似性の高いものを抽出する、類似色彩データ抽出手段と、これら類似色彩データから代表を決定する、代表色彩データ決定手段と、代表以外の色彩データには、代表色彩データを参照するための参照関係情報を持たせる参照関係情報付与手段と、を備えることを特徴とする三次元画像生成装置。

30 【請求項 16】 請求項 14 に記載の装置において、前記視線情報に関連づけられて生成された色彩データは、同一視線毎にグループ化して生成することを特徴とする三次元画像生成装置。

【請求項 17】 請求項 16 のいずれか 1 つに記載の装置において、前記同一視線毎にグループ化して生成された色彩データは、グループ毎に圧縮されることを特徴とする三次元画像生成装置。

【請求項 18】 請求項 10～17 に記載の装置において、前記複数の方向から見たデータとして生成された色彩データは、前記単一の方向から見たデータとして生成された色彩データに対する類似性に基づいて階層化されて生成されることを特徴とする三次元画像生成装置。

【請求項 19】 対象物についての三次元画像データを生成表示する三次元画像生成表示装置において、表示のための仮想視点位置を得る手段と、前記位置に応じて、異なる色彩データを選択する色彩データ選択手段と、を備えることを特徴とする三次元画像生成表示装置。

【請求項 20】 請求項 19 に記載の装置において、前記色彩データは、対象三次元モデルの表面を複数の方向から見たデータとして生成されていることを特徴とする

三次元画像生成表示装置。

【請求項 21】 請求項 20 に記載の装置において、表示対象となる三次元モデルの表面は複数の要素に分割され、これらの少なくともひとつに対して、前記色彩データは、対象三次元モデルの表面を複数の方向から見たデータとして生成されていることを特徴とする三次元画像生成表示装置。

【請求項 22】 請求項 21 に記載の装置において、前記分割された複数の要素は全て、単一の方向から見たデータとして生成された色彩データを割り当てられていると共に、一部の要素については、複数の方向から見たデータとして生成された色彩データをも割り当てられており、前記色彩データ選択手段は、前記分割された複数の要素毎に、前記表示のための仮想視点の移動量、或いは、前記表示対象物の移動量が一定値以上の場合は、全ての要素について単一の方向から見たデータとして生成されている色彩データを選択し、前記移動量が一定値以下の場合は、前記一部の要素については、複数の方向から見たデータとして生成されている色彩データから適宜選択することを特徴とする三次元画像生成表示装置。

【請求項 23】 請求項 19～22 に記載の装置において、前記色彩データ選択手段は、各要素に対して複数の色彩データを選択し、これらを統合処理して前記要素に対する色彩データを生成することを特徴とする三次元画像生成表示装置。

【請求項 24】 請求項 19～22 に記載の装置において、前記色彩データは、見る方向、即ち視線情報に関連づけられて生成され、更に、同一視線毎にグループ化され圧縮されており、前記表示のための仮想視点に応じて、適切な視線情報に対応した少なくともひとつのグループの色彩データを展開して表示することを特徴とする三次元画像生成表示装置。

【請求項 25】 対象物の複数枚の画像データから前記対象物の三次元画像データを生成する三次元画像生成方法において、前記対象物の三次元形状モデルデータを読み込むモデルデータ読み込み工程と、前記三次元形状モデルデータ及び対象物についての複数枚の画像データを用いて、前記三次元モデルの表面についての色彩データを、複数の方向から見たデータとして色彩データを生成する工程と、を有することを特徴とする三次元画像生成方法。

【請求項 26】 請求項 25 に記載の方法において、前記色彩データを生成する工程は、前記三次元モデルの表面を複数の要素に分割し、これらの少なくとも一つの要素についての色彩情報を、原画像である前記対象物についての複数枚の画像データから取り込むことで複数の方向から見たデータとして獲得し、更にこれらの色彩情報を前記原画像とは別の領域に再配置することで前記三次元画像データを生成することを特徴とする三次元画像

生成方法。

【請求項 27】 請求項 26 に記載の方法において、前記複数の要素は三角形ポリゴンであり、前記別の領域に再配置する際に、直角三角形に変換して前記色彩情報を再配置することを特徴とする三次元画像生成方法。

【請求項 28】 請求項 27 に記載の方法において、前記複数の要素は三角形ポリゴンであり、前記別の領域に再配置する際に、二つの短辺長が 2 の冪（べき）であるような直角三角形に変換して前記色彩情報を再配置することを特徴とする三次元画像生成方法。

【請求項 29】 請求項 28 に記載の方法において、前記複数の要素は四角形ポリゴンであり、前記別の領域に再配置する際に、長方形に変換して前記色彩情報を再配置することを特徴とする三次元画像生成方法。

【請求項 30】 請求項 26～29 のいずれか 1 つに記載の方法において、前記色彩情報を前記別の領域に再配置する際に、前記要素の辺の長さに基づいた並べ替え処理して再配置することを特徴とする三次元画像生成方法。

【請求項 31】 請求項 26～30 のいずれか 1 つに記載の方法において、前記複数の要素の大きさに一定の制限を持たせることを特徴とする三次元画像生成方法。

【請求項 32】 請求項 26～31 のいずれか 1 つに記載の方法において、前記複数の要素の大きさに一定の制限を持たせ、制限を越える要素に関しては制限を満たすよう再分割することを特徴とする三次元画像生成方法。

【請求項 33】 請求項 26～31 のいずれか 1 つに記載の方法において、前記複数の要素の大きさに一定の制限を持たせ、制限を越える要素に関しては制限を満たすよう縮小することを特徴とする三次元画像生成方法。

【請求項 34】 請求項 33 に記載の方法において、前記色彩データを生成する工程は、前記三次元モデルの表面を複数の要素に分割し、全ての要素について、三次元モデルの表面についての色彩データを単一の方向から見たデータとして生成するとともに、分割された複数の要素から、更にこれら要素の一部分を選択し、この一部分の要素については、三次元モデルの表面についての色彩データを複数の方向から見たデータとしても生成することを特徴とする三次元画像生成方法。

【請求項 35】 請求項 34 に記載の方法において、前記一部の要素の選択は、前記要素を複数の方向から見た際の色彩情報相互の類似性に基づいて行なうことを特徴とする三次元画像生成方法。

【請求項 36】 請求項 35 に記載の方法において、前記類似性は、前記要素を複数の方向から見た際の色彩情報を、一定の範囲内で並行移動させて評価することを特徴とする三次元画像生成方法。

【請求項 37】 請求項 36 に記載の方法において、前記類似性は、前記要素を複数の方向から見た際の色彩情

報の明るさを補正して評価することを特徴とする三次元画像生成方法。

【請求項38】 請求項25～37のいずれか1つに記載の方法において、前記複数の方向から見たデータとして生成する色彩データは、見る方向、即ち視線情報に関連づけられていることを特徴とする三次元画像生成方法。

【請求項39】 請求項25～38のいずれか1つに記載の方法は、更に、前記複数の方向から見たデータとして生成する色彩データのうち、相互に類似性の高いものを抽出する、類似色彩データを抽出する工程と、これら類似色彩データから代表色彩データを決定する工程と、代表以外の色彩データには、代表色彩データを参照するための参照関係情報を持たせる参照関係情報を付与する工程と、を備えることを特徴とする三次元画像生成方法。

【請求項40】 請求項38に記載の方法において、前記視線情報に関連づけられて生成された色彩データは、同一視線毎にグループ化して生成することを特徴とする三次元画像生成方法。

【請求項41】 請求項40のいずれか1つに記載の方法において、前記同一視線毎にグループ化して生成された色彩データは、グループ毎に圧縮されることを特徴とする三次元画像生成方法。

【請求項42】 請求項34～41に記載の方法において、前記複数の方向から見たデータとして生成された色彩データは、前記単一の方向から見たデータとして生成された色彩データに対する類似性に基づいて階層化されて生成されることを特徴とする三次元画像生成方法。

【請求項43】 対象物についての三次元画像データを生成表示する三次元画像生成表示方法において、表示のための仮想視点位置を得る工程と、前記位置に応じて、異なる色彩データを選択する工程と、を備えることを特徴とする三次元画像生成表示方法。

【請求項44】 請求項43に記載の方法において、前記色彩データは、対象三次元モデルの表面を複数の方向から見たデータとして生成されていることを特徴とする三次元画像生成表示方法。

【請求項45】 請求項44に記載の方法において、表示対象となる三次元モデルの表面は複数の要素に分割され、これらの少なくともひとつに対して、前記色彩データは、対象三次元モデルの表面を複数の方向から見たデータとして生成されていることを特徴とする三次元画像生成表示方法。

【請求項46】 請求項45に記載の方法において、前記分割された複数の要素は全て、単一の方向から見たデータとして生成された色彩データを割り当てられていると共に、一部の要素については、複数の方向から見たデータとして生成された色彩データをも割り当てられており、前記色彩データを選択する工程は、前記分割さ

れた複数の要素毎に、前記表示のための仮想視点の移動量、或いは、前記表示対象物の移動量が一定値以上の場合、全ての要素について単一の方向から見たデータとして生成されている色彩データを選択し、前記移動量が一定値以下の場合、前記一部の要素については、複数の方向から見たデータとして生成されている色彩データから適宜選択することを特徴とする三次元画像生成表示方法。

【請求項47】 請求項43～46に記載の方法において、前記色彩データを選択する工程は、各要素に対して複数の色彩データを選択し、これらを統合処理して前記要素に対する色彩データを生成することを特徴とする三次元画像生成表示方法。

【請求項48】 請求項43～46に記載の方法において、前記色彩データは、見る方向、即ち視線情報に関連づけられて生成され、更に、同一視線毎にグループ化され圧縮されており、前記表示のための仮想視点に応じて、適切な視線情報に対応した少なくともひとつのグループの色彩データを展開して表示することを特徴とする三次元画像生成表示方法。

【請求項49】 対象物の複数枚の画像データから前記対象物の三次元画像データを生成するプログラムを記憶する情報処理装置が読み取り可能な記録媒体であって、前記プログラムは前記情報処理装置に対して、前記対象物の三次元形状モデルデータを読み込み、前記三次元形状モデルデータ及び対象物についての複数枚の画像データを用いて、前記三次元モデルの表面についての色彩データを、複数の方向から見たデータとして色彩データを生成する、ことを特徴とする記録媒体。

【請求項50】 請求項49に記載の記録媒体において、前記三次元モデルの表面を複数の要素に分割し、これらの少なくともひとつの要素についての色彩情報を、原画像である前記対象物についての複数枚の画像データから取り込むことで複数の方向から見たデータとして獲得し、更にこれらの色彩情報を前記原画像とは別の領域に再配置することで前記三次元画像データを生成することを特徴とする記録媒体。

【請求項51】 請求項50に記載の記録媒体において、前記複数の要素は三角形ポリゴンであり、前記別の領域に再配置する際に、直角三角形に変換して前記色彩情報を再配置することを特徴とする記録媒体。

【請求項52】 請求項51に記載の記録媒体において、前記複数の要素は三角形ポリゴンであり、前記別の領域に再配置する際に、二つの短辺長が2の冪（べき）であるような直角三角形に変換して前記色彩情報を再配置することを特徴とする記録媒体。

【請求項53】 請求項52に記載の記録媒体において、前記複数の要素は四角形ポリゴンであり、前記別の領域に再配置する際に、長方形に変換して前記色彩情報を再配置することを特徴とする記録媒体。

【請求項54】 請求項50～53のいずれか1つに記載の記録媒体において、前記色彩情報を前記別の領域に再配置する際に、前記要素の辺の長さに基づいた並べ替え処理して再配置することを特徴とする記録媒体。

【請求項55】 請求項50～54のいずれか1つに記載の記録媒体において、前記複数の要素の大きさに一定の制限を持たせることを特徴とする記録媒体。

【請求項56】 請求項50～55のいずれか1つに記載の記録媒体において、前記複数の要素の大きさに一定の制限を持たせ、制限を越える要素に関しては制限を満たすよう再分割することを特徴とする記録媒体。

【請求項57】 請求項50～55のいずれか1つに記載の記録媒体において、前記複数の要素の大きさに一定の制限を持たせ、制限を越える要素に関しては制限を満たすよう縮小することを特徴とする記録媒体。

【請求項58】 請求項57に記載の記録媒体において、前記三次元モデルの表面を複数の要素に分割し、全ての要素について、三次元モデルの表面についての色彩データを単一の方向から見たデータとして生成するとともに、分割された複数の要素から、更にこれら要素の一部分を選択し、この一部分の要素については、三次元モデルの表面についての色彩データを複数の方向から見たデータとしても生成することを特徴とする記録媒体。

【請求項59】 請求項58に記載の記録媒体において、前記一部分の要素の選択は、前記要素を複数の方向から見た際の色彩情報相互の類似性に基づいて行なうことを特徴とする記録媒体。

【請求項60】 請求項59に記載の記録媒体において、前記類似性は、前記要素を複数の方向から見た際の色彩情報を、一定の範囲内で並行移動させて評価することを特徴とする記録媒体。

【請求項61】 請求項60に記載の記録媒体において、前記類似性は、前記要素を複数の方向から見た際の色彩情報の明るさを補正して評価することを特徴とする記録媒体。

【請求項62】 請求項49～61のいずれか1つに記載の記録媒体において、前記複数の方向から見たデータとして生成する色彩データは、見る方向、即ち視線情報に関連づけられていることを特徴とする記録媒体。

【請求項63】 請求項49～62のいずれか1つに記載の記録媒体は、更に、前記複数の方向から見たデータとして生成する色彩データのうち、相互に類似性の高いものを抽出し、これら類似色彩データから代表を決定し、代表以外の色彩データには、代表色彩データを参照するための参照関係情報を持たせることを特徴とする記録媒体。

【請求項64】 請求項62に記載の記録媒体において、前記視線情報に関連づけられて生成された色彩データは、同一視線毎にグループ化して生成することを特徴とする記録媒体。

【請求項65】 請求項64のいずれか1つに記載の記録媒体において、前記同一視線毎にグループ化して生成された色彩データは、グループ毎に圧縮されることを特徴とする記録媒体。

【請求項66】 請求項58～65に記載の記録媒体において、前記複数の方向から見たデータとして生成された色彩データは、前記単一の方向から見たデータとして生成された色彩データに対する類似性に基づいて階層化されて生成されることを特徴とする記録媒体。

【請求項67】 対象物についての三次元画像データを生成表示する三次元画像生成表示プログラムを記憶する、情報処理装置が読みとり可能な記録媒体であって、前記プログラムは、前記情報処理装置に対して、指示された表示のための仮想視点位置に応じて、異なる色彩データを選択することを特徴とする記録媒体。

【請求項68】 請求項67に記載の記録媒体において、前記色彩データは、対象三次元モデルの表面を複数の方向から見たデータとして生成されていることを特徴とする記録媒体。

【請求項69】 請求項68に記載の記録媒体において、表示対象となる三次元モデルの表面は複数の要素に分割され、これらの少なくともひとつに対して、前記色彩データは、対象三次元モデルの表面を複数の方向から見たデータとして生成されていることを特徴とする記録媒体。

【請求項70】 請求項69に記載の記録媒体において、前記分割された複数の要素は全て、単一の方向から見たデータとして生成された色彩データを割り当てられていると共に、一部の要素については、複数の方向から見たデータとして生成された色彩データをも割り当てられており、前記色彩データの選択は、前記分割された複数の要素毎に、前記表示のための仮想視点の移動量、或いは、前記表示対象物の移動量が一定値以上の場合は、全ての要素について単一の方向から見たデータとして生成されている色彩データを選択し、前記移動量が一定値以下の場合は、前記一部の要素については、複数の方向から見たデータとして生成されている色彩データから適宜選択することを特徴とする記録媒体。

【請求項71】 請求項67～70に記載の記録媒体において、前記色彩データの選択は、各要素に対して複数の色彩データを選択し、これらを統合処理して前記要素に対する色彩データを生成することを特徴とする記録媒体。

【請求項72】 請求項67～71に記載の記録媒体において、前記色彩データは、見る方向、即ち視線情報に関連づけられて生成され、更に、同一視線毎にグループ化され圧縮されており、前記表示のための仮想視点に応じて、適切な視線情報に対応した少なくともひとつのグループの色彩データを展開して表示することを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】対象物についての複数枚の画像データから対象物の三次元データを生成する三次元画像生成技術に関し、特に三次元画像生成装置、三次元画像生成表示装置、及びその方法並びに記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、各種の三次元画像の生成方法として(1)～(3)のようなものが知られている。

(1) QuickTime VRなど、多視点画像をそのまま利用するもの

S.E.Chen: Quick Time VR – An Imaged-based Approach to Virtual Environment Navigation, Proc. SIGGRAPH 95, pp.29-38で紹介されたQuickTimeVRとよばれる方法では、一つの対象物について、非常に多くの視点から対象物を撮影しておき、そして、再生時には、ユーザの視点の指定に応じて、対応する撮影視点の画像を表示する。この方法は、対象物の形状を求めることなく、種々の視点からの映像を再表示できるというメリットがある一方、撮影視点以外の視点からの映像を再表示できないという欠点がある。

【0003】したがって、非常に細かい視点ステップでの映像再表示が必要な場合、非常に多くの視点からの撮影が必要であり、その結果、データ量が極めて大きくなるという問題点がある。

(2) 多視点画像を光線空間に変換するもの

藤井、原島：構造抽出に基づく三次元画像符号化、画像符号化シンポジウム(PCSJ94), pp.23-24, M.Levoy, P Hanrahan: Light Field Rendering, Proc. SIGGRAPH 96, pp.31-42,及びS.J.Gortler et al.: The Lumigraph, Proc. SIGGRAPH 96, pp.43-54などにより紹介された光線空間法は、多くの視点から対象物を撮影しておく。そして対象に対し、離れた任意の場所にある基準面を設定し、その基準面の各画素に対し、視野角の $\theta$ の空間を設定し、この空間を前記各視点の $\theta$ に応じた色で埋める。再生時にはユーザの指定した視点に対し、前記基準面から視点に応じて $\theta$ の空間データを良品だし、画像を生成・表示する。この方法は、視点情報が極めて正確である必要がある。

【0004】また、QuickTime VRと同様、非常に細かい視点ステップでの映像再表示が必要な場合、保持すべき画像データ量が非常に大きくなるという問題がある。また、前記画像データは、高度に圧縮することで、ハードディスクなどメディアに記録する際の大きさをある程度小さくすることは可能であるが、このデータを表示する際に、例えばコンピュータのメモリに非圧縮状態で展開する必要があり、この際のデータ量が非常に大きくなるのが避けられない。また、コンピュータのメモリに圧縮状態で保持する場合、表示時に展開処理を行なう必要

があり、高速表示が困難となる。

(3) 多視点画像から対象物の三次元モデルを一旦生成し、各部分の色情報をテクスチャ画像として持たせるもの

この方法は、形状の各部分を例えばポリゴンなどで表現し、三次元形状データを持つ。そして、これを現画像に投影するなどして、そのテクスチャ(色彩)情報を取り出す。再生時には、ユーザの指定した視点に対し、各ポリゴンの投影像を作り、かつ、そこにそれぞれポリゴンの持つテクスチャ情報をマップすることで、画像を生成・呈示する。この三次元モデリングによればデータ量がかなり少なくて良く、任意の視点からの画像を再生することができるというメリットがある。

【0005】そこで、対象物の周囲からカメラで複数の画像を得、この画像から三次元モデリングを行なう手法が各種提案されている。たとえば、ステレオ法やシルエット法による形状推定などが代表的である。また、レーザ光などを対象物に照射し、これをカメラで観測して三角測量原理によって対象物の形状を得る方法も広く使われている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、ステレオ法による三次元モデリングは、対象物の表面に特徴がない場合などに、三次元形状モデルが必ずしも正確に生成できず、形状精度が十分高くできない場合がある。また、シルエット法では、輪郭に現れない凹形状がモデリングできないという問題がある。更に、レーザ光を照射する方法でも、自己隠蔽の問題などから、形状精度が不十分な場合が存在する。

【0007】また、テクスチャ情報は、対象物の形状を表現するポリゴンを撮影画像に投影して得るため、そもそも対象物の形状が不正確な場合、テクスチャ情報は甚だ不正確なものになってしまう。

【0008】更には、テクスチャ情報は対象物を撮像して得た画像から獲得することから、照明に依存して、各部分の色情報が不正確になる場合も存在する。これらの理由から、前記(3)の方法でも、対象物を各種視点から表示した場合に、好適な形状/色彩再現ができない場合がしばしば存在するという問題があった。

【0009】従って、本発明は、三次元モデリングを行なう手法において、表示画像の見た目を改善することができる画像生成、表示、データ保持を提供することを目的とする。

【0010】また、表示時において、表示機器内でのメモリ使用量を小さく抑えつつ、高品質な表示を高速に行なうことを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の三次元画像生成装置は、対象物の複数枚の画像データから前記対象物の三次元画像データを生成する三次元画像生成装置におい

て、前記対象物の三次元形状モデルデータを読み込むモデルデータ読み込み手段と、前記三次元形状モデルデータ及び対象物についての複数枚の画像データを用いて、前記三次元モデルの表面についての色彩データを、複数の方向から見たデータとして生成する色彩データ生成手段と、を有することを特徴とする。

【0012】前記装置において、前記色彩データ生成手段は、前記三次元モデルの表面を複数の要素に分割し、これらの少なくとも一つの要素についての色彩情報を、原画像である前記対象物についての複数枚の画像データから取り込むことで複数の方向から見たデータとして獲得し、更にこれらの色彩情報を前記原画像とは別の領域に再配置することで前記三次元画像データを生成することを特徴とする。

【0013】前記装置において、前記複数の要素は三角形ポリゴンであり、前記別の領域に再配置する際に、直角三角形に変換して前記色彩情報を再配置することを特徴とする。

【0014】前記装置において、前記複数の要素は三角形ポリゴンであり、前記別の領域に再配置する際に、二つの短辺長が2の冪(べき)であるような直角三角形に変換して前記色彩情報を再配置することを特徴とする。

【0015】前記装置において、前記複数の要素は四角形ポリゴンであり、前記別の領域に再配置する際に、長方形に変換して前記色彩情報を再配置することを特徴とする。

【0016】前記装置において、前記色彩情報を前記別の領域に再配置する際に、前記要素の辺の長さに基づいた並べ替え処理して再配置することを特徴とする。

【0017】前記装置において、前記複数の要素の大きさに一定の制限を持たせることを特徴とする。

【0018】前記装置において、前記複数の要素の大きさに一定の制限を持たせ、制限を越える要素に関しては制限を満たすよう再分割することを特徴とする。

【0019】前記装置において、前記複数の要素の大きさに一定の制限を持たせ、制限を越える要素に関しては制限を満たすよう縮小することを特徴とする。

【0020】前記装置において、前記色彩データ生成手段は、前記三次元モデルの表面を複数の要素に分割し、全ての要素について、三次元モデルの表面についての色彩データを単一の方向から見たデータとして生成するとともに、分割された複数の要素から、更にこれら要素の一部分を選択し、この一部分の要素については、三次元モデルの表面についての色彩データを複数の方向から見たデータとしても生成することを特徴とする。

【0021】前記装置において、前記一部分の要素の選択は、前記要素を複数の方向から見た際の色彩情報相互の類似性に基づいて行なうことを特徴とする。

【0022】前記装置において、前記類似性は、前記要素を複数の方向から見た際の色彩情報を、一定の範囲内

で並行移動させて評価することを特徴とする。

【0023】前記装置において、前記類似性は、前記要素を複数の方向から見た際の色彩情報の明るさを補正して評価することを特徴とする。

【0024】前記装置において、前記複数の方向から見たデータとして生成する色彩データは、見る方向、即ち視線情報に関連づけられていることを特徴とする。

【0025】前記装置は、更に、前記複数の方向から見たデータとして生成する色彩データのうち、相互に類似性の高いものを抽出する、類似色彩データ抽出手段と、これら類似色彩データから代表を決定する、代表色彩データ決定手段と、代表以外の色彩データには、代表色彩データを参照するための参照関係情報を持たせる参照関係情報付与手段と、を備えることを特徴とする。

【0026】前記装置において、前記視線情報に関連づけられて生成された色彩データは、同一視線毎にグループ化して生成することを特徴とする。

【0027】前記装置において、前記同一視線毎にグループ化して生成された色彩データは、グループ毎に圧縮されることを特徴とする。

【0028】前記装置において、前記複数の方向から見たデータとして生成された色彩データは、前記単一の方向から見たデータとして生成された色彩データに対する類似性に基づいて階層化されて生成されることを特徴とする。

【0029】更に、本発明の三次元画像生成表示装置は、対象物についての三次元画像データを生成表示する三次元画像生成表示装置において、表示のための仮想視点位置を得る手段と、前記位置に応じて、異なる色彩データを選択する色彩データ選択手段と、を備えることを特徴とする。

【0030】前記装置において、前記色彩データは、対象三次元モデルの表面を複数の方向から見たデータとして生成されていることを特徴とする。

【0031】前記装置において、表示対象となる三次元モデルの表面は複数の要素に分割され、これらの少なくともひとつに対して、前記色彩データは、対象三次元モデルの表面を複数の方向から見たデータとして生成されていることを特徴とする。

【0032】前記装置において、前記分割された複数の要素は全て、単一の方向から見たデータとして生成された色彩データを割り当てられていると共に、一部の要素については、複数の方向から見たデータとして生成された色彩データをも割り当てられており、前記色彩データ選択手段は、前記分割された複数の要素毎に、前記表示のための仮想視点の移動量、或いは、前記表示対象物の移動量が一定値以上の場合は、全ての要素について単一の方向から見たデータとして生成されている色彩データを選択し、前記移動量が一定値以下の場合は、前記一部の要素については、複数の方向から見たデータと

して生成されている色彩データから適宜選択することを特徴とする。

【0033】前記装置において、前記色彩データ選択手段は、各要素に対して複数の色彩データを選択し、これらを統合処理して前記要素に対する色彩データを生成することを特徴とする。

【0034】前記装置において、前記色彩データは、見る方向、即ち視線情報に関連づけられて生成され、更に、同一視線毎にグループ化され圧縮されており、前記表示のための仮想視点に応じて、適切な視線情報に対応した少なくともひとつのグループの色彩データを展開して表示することを特徴とする。

【0035】本発明の三次元画像生成方法は、対象物の複数枚の画像データから前記対象物の三次元画像データを生成する三次元画像生成方法において、前記対象物の三次元形状モデルデータを読み込むモデルデータ読み込み工程と、前記三次元形状モデルデータ及び対象物についての複数枚の画像データを用いて、前記三次元モデルの表面についての色彩データを、複数の方向から見たデータとして色彩データを生成する工程と、を有すること

を特徴とする。

【0036】前記方法において、前記色彩データを生成する工程は、前記三次元モデルの表面を複数の要素に分割し、これらの少なくとも一つの要素についての色彩情報を、原画像である前記対象物についての複数枚の画像データから取り込むことで複数の方向から見たデータとして獲得し、更にこれらの色彩情報を前記原画像とは別の領域に再配置することで前記三次元画像データを生成することを特徴とする。

【0037】前記方法において、前記複数の要素は三角形ポリゴンであり、前記別の領域に再配置する際に、直角三角形に変換して前記色彩情報を再配置することを特徴とする。

【0038】前記方法において、前記複数の要素は三角形ポリゴンであり、前記別の領域に再配置する際に、二つの短辺長が2の冪(べき)であるような直角三角形に変換して前記色彩情報を再配置することを特徴とする。

【0039】前記方法において、前記複数の要素は四角形ポリゴンであり、前記別の領域に再配置する際に、長方形に変換して前記色彩情報を再配置することを特徴とする。

【0040】前記方法において、前記色彩情報を前記別の領域に再配置する際に、前記要素の辺の長さに基づいた並べ替え処理して再配置することを特徴とする。

【0041】前記方法において、前記複数の要素の大きさに一定の制限を持たせることを特徴とする。

【0042】前記方法において、前記複数の要素の大きさに一定の制限を持たせ、制限を越える要素に関しては制限を満たすよう再分割することを特徴とする。

【0043】前記方法において、前記複数の要素の大き

さに一定の制限を持たせ、制限を越える要素に関しては制限を満たすよう縮小することを特徴とする。

【0044】前記方法において、前記色彩データを生成する工程は、前記三次元モデルの表面を複数の要素に分割し、全ての要素について、三次元モデルの表面についての色彩データを単一の方向から見たデータとして生成するとともに、分割された複数の要素から、更にこれら要素の一部分を選択し、この一部分の要素については、三次元モデルの表面についての色彩データを複数の方向から見たデータとしても生成することを特徴とする。

【0045】前記方法において、前記一部分の要素の選択は、前記要素を複数の方向から見た際の色彩情報相互の類似性に基づいて行なうことを特徴とする。

【0046】前記方法において、前記類似性は、前記要素を複数の方向から見た際の色彩情報を、一定の範囲内で並行移動させて評価することを特徴とする。

【0047】前記方法において、前記類似性は、前記要素を複数の方向から見た際の色彩情報の明るさを補正して評価することを特徴とする。

【0048】前記方法において、前記複数の方向から見たデータとして生成する色彩データは、見る方向、即ち視線情報に関連づけられていることを特徴とする。

【0049】前記方法は、更に、前記複数の方向から見たデータとして生成する色彩データのうち、相互に類似性の高いものを抽出する、類似色彩データを抽出する工程と、これら類似色彩データから代表色彩データを決定する工程と、代表以外の色彩データには、代表色彩データを参照するための参照関係情報を持たせる参照関係情報を付与する工程と、を備えることを特徴とする。

【0050】前記方法において、前記視線情報に関連づけられて生成された色彩データは、同一視線毎にグループ化して生成することを特徴とする。

【0051】前記方法において、前記同一視線毎にグループ化して生成された色彩データは、グループ毎に圧縮されることを特徴とする。

【0052】前記方法において、前記複数の方向から見たデータとして生成された色彩データは、前記単一の方向から見たデータとして生成された色彩データに対する類似性に基づいて階層化されて生成されることを特徴とする。

【0053】本発明の三次元画像生成表示方法は、対象物についての三次元画像データを生成表示する三次元画像生成表示方法において、表示のための仮想視点位置を得る工程と、前記位置に応じて、異なる色彩データを選択する工程と、を備えることを特徴とする。

【0054】前記表示方法において、前記色彩データは、対象三次元モデルの表面を複数の方向から見たデータとして生成されていることを特徴とする。

【0055】前記表示方法において、表示対象となる三

次元モデルの表面は複数の要素に分割され、これらの少なくともひとつに対して、前記色彩データは、対象三次元モデルの表面を複数の方向から見たデータとして生成されていることを特徴とする。

【0056】前記表示方法において、前記分割された複数の要素は全て、単一方向から見たデータとして生成された色彩データを割り当てられており、一部の要素については、複数の方向から見たデータとして生成された色彩データをも割り当てられており、前記色彩データを選択する工程は、前記分割された複数の要素毎に、前記表示のための仮想視点の移動量、或いは、前記表示対象物の移動量が一定値以上の場合は、全ての要素について単一方向から見たデータとして生成されている色彩データを選択し、前記移動量が一定値以下の場合は、前記一部の要素については、複数の方向から見たデータとして生成されている色彩データから適宜選択することを特徴とする。

【0057】前記表示方法において、前記色彩データを選択する工程は、各要素に対して複数の色彩データを選択し、これらを統合処理して前記要素に対する色彩データを生成することを特徴とする。

【0058】前記表示方法において、前記色彩データは、見る方向、即ち視線情報に関連づけられて生成され、更に、同一視線毎にグループ化され圧縮されており、前記表示のための仮想視点に応じて、適切な視線情報に対応した少なくともひとつのグループの色彩データを展開して表示することを特徴とする。

【0059】本発明の記録媒体は、対象物の複数枚の画像データから前記対象物の三次元画像データを生成するプログラムを記憶する情報処理装置が読み取り可能な記録媒体であって、前記プログラムは前記情報処理装置に対して、前記対象物の三次元形状モデルデータを読み込み、前記三次元形状モデルデータ及び対象物についての複数枚の画像データを用いて、前記三次元モデルの表面についての色彩データを、複数の方向から見たデータとして色彩データを生成する、ことを特徴とする。

【0060】前記記録媒体において、前記三次元モデルの表面を複数の要素に分割し、これらの少なくとも一つの要素についての色彩情報を、原画像である前記対象物についての複数枚の画像データから取り込むことで複数の方向から見たデータとして獲得し、更にこれらの色彩情報を前記原画像とは別の領域に再配置することで前記三次元画像データを生成することを特徴とする。

【0061】前記記録媒体において、前記複数の要素は三角形ポリゴンであり、前記別の領域に再配置する際に、直角三角形に変換して前記色彩情報を再配置することを特徴とする。

【0062】前記記録媒体において、前記複数の要素は三角形ポリゴンであり、前記別の領域に再配置する際に、二つの短辺長が2の冪(べき)であるような直角三

角形に変換して前記色彩情報を再配置することを特徴とする。

【0063】前記記録媒体において、前記複数の要素は四角形ポリゴンであり、前記別の領域に再配置する際に、長方形に変換して前記色彩情報を再配置することを特徴とする。

【0064】前記記録媒体において、前記色彩情報を前記別の領域に再配置する際に、前記要素の辺の長さに基づいた並べ替え処理して再配置することを特徴とする。

【0065】前記記録媒体において、前記複数の要素の大きさに一定の制限を持たせることを特徴とする。

【0066】前記記録媒体において、前記複数の要素の大きさに一定の制限を持たせ、制限を越える要素に関しては制限を満たすよう再分割することを特徴とする。

【0067】前記記録媒体において、前記複数の要素の大きさに一定の制限を持たせ、制限を越える要素に関しては制限を満たすよう縮小することを特徴とする。

【0068】前記記録媒体において、前記三次元モデルの表面を複数の要素に分割し、全ての要素について、三次元モデルの表面についての色彩データを単一方向から見たデータとして生成するとともに、分割された複数の要素から、更にこれら要素の一部分を選択し、この一部分の要素については、三次元モデルの表面についての色彩データを複数の方向から見たデータとしても生成することを特徴とする。

【0069】前記記録媒体において、前記一部分の要素の選択は、前記要素を複数の方向から見た際の色彩情報相互の類似性に基づいて行なうことを特徴とする。

【0070】前記記録媒体において、前記類似性は、前記要素を複数の方向から見た際の色彩情報を、一定の範囲内で並行移動させて評価することを特徴とする。

【0071】前記記録媒体において、前記類似性は、前記要素を複数の方向から見た際の色彩情報の明るさを補正して評価することを特徴とする。

【0072】前記記録媒体において、前記複数の方向から見たデータとして生成する色彩データは、見る方向、即ち視線情報に関連づけられていることを特徴とする。

【0073】前記記録媒体は、更に、前記複数の方向から見たデータとして生成する色彩データのうち、相互に類似性の高いものを抽出し、これら類似色彩データから代表を決定し、代表以外の色彩データには、代表色彩データを参照するための参照関係情報を持たせることを特徴とする。

【0074】前記記録媒体において、前記視線情報に関連づけられて生成された色彩データは、同一視線毎にグループ化して生成することを特徴とする。

【0075】前記記録媒体において、前記同一視線毎にグループ化して生成された色彩データは、グループ毎に圧縮されることを特徴とする。

【0076】前記記録媒体において、前記複数の方向か

ら見たデータとして生成された色彩データは、前記単一の方向から見たデータとして生成された色彩データに対する類似性に基づいて階層化されて生成されることを特徴とする。

【0077】更に、本発明の記録媒体は、対象物についての三次元画像データを生成表示する三次元画像生成表示プログラムを記憶する、情報処理装置が読みとり可能な記録媒体であって、前記プログラムは、前記情報処理装置に対して、指示された表示のための仮想視点位置に応じて、異なる色彩データを選択することを特徴とする。

【0078】前記記録媒体において、前記色彩データは、対象三次元モデルの表面を複数の方向から見たデータとして生成されていることを特徴とする。

【0079】前記記録媒体において、表示対象となる三次元モデルの表面は複数の要素に分割され、これらの少なくともひとつに対して、前記色彩データは、対象三次元モデルの表面を複数の方向から見たデータとして生成されていることを特徴とする。

【0080】前記記録媒体において、前記分割された複数の要素は全て、単一の方向から見たデータとして生成された色彩データを割り当てられていると共に、一部の要素については、複数の方向から見たデータとして生成された色彩データをも割り当てられており、前記色彩データの選択は、前記分割された複数の要素毎に、前記表示のための仮想視点の移動量、或いは、前記表示対象物の移動量が一定値以上の場合には、全ての要素について単一の方向から見たデータとして生成されている色彩データを選択し、前記移動量が一定値以下の場合には、前記一部の要素については、複数の方向から見たデータとして生成されている色彩データから適宜選択することを特徴とする。

【0081】前記記録媒体において、前記色彩データの選択は、各要素に対して複数の色彩データを選択し、これらを統合処理して前記要素に対する色彩データを生成することを特徴とする。

【0082】前記記録媒体において、前記色彩データは、見る方向、即ち視線情報に関連づけられて生成され、更に、同一視線毎にグループ化され圧縮されており、前記表示のための仮想視点に応じて、適切な視線情報に対応した少なくともひとつのグループの色彩データを展開して表示することを特徴とする。

【0083】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態（以下「実施形態」という。）について、図面に基づいて説明する。

【0084】図1、2、及び3は、一実施形態に係る画像データ生成装置、及び再生装置の構成を示すブロック図である。

【0085】まず、データ生成部について説明する。図 50

1を参照して、画像入力部10は、対象物を撮影し、この画像データを生成する。この画像入力部10は複数のカラーCCDカメラ（以下「カメラ44」という。）などからなり、複数方向からの対象物のカラー画像データを得る。

【0086】また、図4に示すようにカメラ44、又は対象物46を移動（例えば回転台40に載せて回転）させて、カメラ44を一つとして複数の方向から対象物46の画像データを得ても良い。

10 【0087】更に、カメラ44を縦方向に移動させる手段42を持ち、対象物46を任意の俯瞰角度から撮影できるようにしておくことも好適である。以下、このようにして入力された画像を「物体画像」、或いは「入力画像」と呼ぶ。

【0088】もちろん、画像入力部10は、別の装置で撮影され、なんらかの媒体に記録された物体画像を読み込むことで、本装置に画像を入力するものであっても良い。

20 【0089】画像入力部10により得られた画像データは、立体形状入力部12に入力される。

【0090】この立体形状入力部12は、複数の位置から撮影した対象物についての複数画像データに基づいて、三次元モデリングを行ない、対象物の三次元形状データを得る。この三次元モデリングには、例えば特開平10-124704号公報に記載されている手法が用いられる。

【0091】もちろん、立体形状入力部12は、別の機器によって得られた対象物の立体形状データを入力するものであっても良いし、なんらかの媒体に記録された形状データを読み込むことで、本装置に立体形状データを入力するものであっても良い。このような場合の装置の構成を示すブロック図が図2である。

【0092】また、画像データは色彩情報変換部14にも供給される。この色彩情報変換部14は三次元形状データの各位置に関連づけて色彩情報を生成する。

【0093】そして、三次元形状データと、これに関連づけられた色彩情報が、データ記憶部16に供給され、ここに記憶される。このデータ記憶部16には、各種のメモリが利用される。このようにして、画像入力部10において得た対象物についての複数の画像データに基づき、三次元形状データと色彩情報を得ることができる。

【0094】次に、データ再生部について説明する。図3を参照して、データ記憶部16から読み出された画像データは、映像生成部30に供給され、ここでユーザの指定などに応じた各種視点における対象物の映像データが生成される。そして、この映像データに基づき映像表示部32が対象物の映像を表示する。映像表示部32にはCRT、LCDなどの各種ディスプレイ装置が利用される。

【0095】尚、立体形状入力部12、色情変換部14、データ記憶部16、及び映像生成部30はパーソナ

ルコンピュータなどで構成される。

【0096】ここで、立体形状入力部12の動作の具体例について説明する。なお、ここでは、立体形状入力部12において対象物の三次元形状を求める場合について説明する。

【0097】まず、画像入力部10からの複数の画像データを入力する。そして、この複数の画像データから三次元形状を推定する。

【0098】以下に、一例としてシルエット法を用いた三次元形状推定法を説明する。

【0099】ここでは、図4で示したように、回転台40の上に対象物46を載せて、回転台40を回転させつつ撮影することを前提にする。また、回転台40に対するカメラ位置は予め求めておく。

【0100】次に、図5では、シルエット法を用い、画像入力部10から入力された複数の物体画像に対し、対象物のシルエットを抽出する処理を行なう(S50)。

【0101】シルエット抽出には、例えば、ブルーバックを用いたクロマキー法や、予め背景画像データを入力しておき、前記物体画像データと背景画像データとの差分処理から得る背景差分法などが用いられる。

【0102】続いて、複数のシルエット画像から、対象物の三次元形状を再構成する形状再構成処理を行なう(S52)。ここでは、まず、対象物が存在すると予測される三次元空間を、ボクセル空間として表現する。ボクセル空間とは、非常に小さな立体素(ボクセル)の集まりで三次元空間を表現するものである。

【0103】また、対象物が存在する空間は、回転台40の上方で、かつ、カメラの視野に収まる領域として予測することができる。そして、各ボクセルをそれぞれのシルエット画像に投影し、全ての物体シルエット画像上に(或いは一定枚数以上のシルエット画像上に)投影されたもののみを抽出する。

【0104】こうして抽出されたボクセルの集合が物体の三次元形状を表現するものとなる。

【0105】また、必要に応じて、このボクセル集合から表面ボクセルを抽出し、これを統合することでポリゴン表現に変換する(S54)。これによって、三次元ポリゴンデータが得られる。

【0106】なお、ここでは、三次元形状モデリングは対象物を撮影した複数の画像から行なう方法の中で、特にシルエット法を用いることを前提に説明したが、その他のあらゆる手法、例えば、ステレオ法、レーザ光を照射する方法、スリット光を照射する方法、モアレ法などを利用しても良いことは当然である。

【0107】つぎに、色彩情報変換部14で行なわれる処理について説明する。

【0108】ここでは、三次元形状の表面情報が複数の要素で表現されるとし、それらに対する色彩データ生成方法を説明する。以下、三次元形状の表面情報がポリゴ

ンの集合であらわされる場合を例に説明する。もちろん、三次元形状の表面情報がボクセルの集合で表現されても良いし、NURBSなどパラメトリックな自由曲面表現であっても良い。

【0109】尚、以下では「色彩情報」と「テクスチャ」とを同義で用いる。

【0110】ここでは、各ポリゴンは、単一テクスチャを持つポリゴン(固定テクスチャポリゴン)と複数テクスチャを持つポリゴン(可変テクスチャポリゴン)に分類される。可変テクスチャポリゴンがもつ複数のテクスチャのうち一つをそのポリゴンの代表テクスチャとみなし、これを「メインテクスチャ」と呼ぶ。これ以外のテクスチャを「サブテクスチャ」と呼ぶ。

【0111】一方、固定テクスチャポリゴンは一つのみテクスチャをもつが、これもメインテクスチャとなる。即ち、すべてのポリゴンはメインテクスチャを一つ持ち、いくつかのポリゴンはサブテクスチャも持つ。

【0112】図6は色彩情報の生成を示すフローチャートであり、図6を参照して、各ポリゴンの基準視点を決定する(S60)。

【0113】これは、例えば、各ポリゴンをそれぞれの物体画像データに投影し、その投影面積が最も大きくなるような物体画像の撮影視点を求め、これを基準視点とする。図7に基準視点の決定の概念図を示す。

【0114】図7では、複数のカメラ視点の画像72(a)、(b)、(c)に対し、72(b)の画像において投影面積が最大となっている。したがって、72(b)を撮影したカメラ視点が基準視点となることを示している。

【0115】別の方法として、各ポリゴンの法線78を求め、これをそれぞれの物体画像データを撮影したカメラ視線ベクトル79と比較し、内積が最小となる(即ち最も正対している)撮影視点を基準視点としても良い。

【0116】次に、基準視点の物体画像から、各ポリゴンのメインテクスチャ情報を求める(S61)。

【0117】これは、各ポリゴンをそれぞれの基準視点からの物体画像データに投影し、その投影部分のテクスチャ情報を取り込むことで得られる。

【0118】続いて、ステップS63において、全ての視点に対して、各ポリゴンが可視かどうかを調べる。そして、可視である場合、ステップS64において、この視点の物体画像データにポリゴンを投影し、その投影部分のテクスチャ情報と、前記メインテクスチャ情報との類似性を求める(S65)。

【0119】そして、ステップS66において、類似性が不十分と判定(予め与えられた閾値より小さいと判定)されたポリゴンについては、この投影部のテクスチャ情報をサブテクスチャ情報として取り込む(S67)。この時、当然ながら、視点情報、つまりポリゴンへの撮影カメラ視点情報も合わせて記録する。この視線情報を「テクスチャ視線ベクトル」と呼ぶことにする。

ここでテクスチャ視線ベクトルは、図16に示すように、各ポリゴン160に対するカメラ視線の方向情報( $\theta$   $\phi$ )として記述するのが好適である。

【0120】以上の処理を全てのポリゴンについて行なう。

【0121】したがって、前記処理が終了した際に、サブテクスチャ情報を全く持っていないポリゴン(メインテクスチャ情報のみをもつもの)が、固定テクスチャポリゴンとなり、メインテクスチャ情報に加えて、少なくとも一つのサブテクスチャ情報を持つものが可変テクスチャポリゴンとなる。

【0122】尚、前記の類似性の評価は、テクスチャ情報の大きさ合わせをアフィン変換、或いは射影変換などで行なった後、全ての対応画素について、相互相関を求める、或いは、自乗誤差和を求める、又は差の絶対値の和を求めるなどによって行なうことができる。相互相関の場合、その値が大きいほど類似性が高いと評価される。一方、自乗誤差和や差の絶対値の和は小さいほど類似性が高いと評価される。そして類似性の評価値に閾値を適用して類似性が十分か不十分かの判定を行なう。

【0123】ここで、もし、得られている三次元形状モデルが極めて正確であり、また、対象物の表面が十分な拡散面であり、かつ、照明の影響が全くないような環境で物体画像の撮影が行なわれた場合、全てのポリゴンは固定テクスチャポリゴンに分類されることになる。

【0124】しかし、一般的には、かなりのポリゴンは固定テクスチャポリゴンに分類されるものの、一部のポリゴンは可変テクスチャポリゴンに分類されることになる。

【0125】続いて、データ保持の方法について説明する。ここでは、複数の要素で表現される三次元形状の表面情報がポリゴンの集合で表される場合を例に説明する。

【0126】三次元表面モデルデータは、一般的に形状データとテクスチャデータから成る。

【0127】図8に示すように、形状データはポリゴン80の3次元位置情報をあらわすものである。一方、テクスチャ情報は、頂点とテクスチャ画像座標の対応情報とテクスチャ画像情報とから成る。

【0128】具体的には、図9に示すように、各頂点92の、テクスチャ画像座標における二次元位置と、これらで囲まれた領域94に対応する画像情報となる。

【0129】いま、物体画像を $\theta$ 方向全周について2度刻み、及び $\phi$ 方向1/4周について2度刻みの8,100個の視点から入力し、これを前記の手法で三次元モデリングする場合を考える。ここで、対象モデルは10,000個のポリゴン(三角形)で表現され、このうち、各視点において、平均的には固定テクスチャポリゴンは8,000個、可変テクスチャポリゴンは2,000個と仮定する。

【0130】まず、テクスチャデータのうち、テクスチャ

画像データについて、そのデータ保持方法とデータ量の見積りを行なう。

【0131】いま、ポリゴン1個あたりの平均的なテクスチャ画像情報量が500byte(非圧縮の場合)と仮定する。

【0132】この場合、8,000個の固定テクスチャポリゴンに関して、テクスチャ画像情報が4MBとなる。一方、2,000個の可変テクスチャポリゴンに関しては、8.1GBと巨大になる。以下、可変テクスチャポリゴンについて、更にデータ量を削減する方法について述べる。

1: サブテクスチャ間の相互参照によるデータ量削減  
可変テクスチャポリゴンは、メインテクスチャとサブテクスチャとの類似性が不十分となった場合に保持する必要があるものである。

【0133】しかし、サブテクスチャ同士の類似性については十分に高い場合もあり得る。このような場合には、すべてのサブテクスチャを持つのではなく、類似性の高いサブテクスチャ同士は、代表を一つ持たせ、残りについては代表への参照関係情報(リンク情報)のみを与えることで、大幅なデータ量削減が可能になる。図10にこの方法によるデータ構造を示す。ここでは、カメラ視線ベクトル $\theta = 20$ 、 $\phi = 6$ に対応するサブテクスチャ情報において、id11のポリゴンは、テクスチャ情報の実態を持っていない。その代わりに、カメラ視線ベクトル $\theta = 20$ 、 $\phi = 10$ に対応するサブテクスチャ情報へのリンク情報を持つ。

【0134】したがって、id11のポリゴンについて、カメラ視線ベクトル $\theta = 20$ 、 $\phi = 6$ に対応するサブテクスチャ情報にアクセスする場合、実際にはカメラ視線ベクトル $\theta = 20$ 、 $\phi = 10$ に対応するサブテクスチャ情報のid11のポリゴン対応分にアクセスされる。

2: 位置シフト補償によるデータ量削減  
ポリゴンの三次元情報が誤っている場合、カメラ視点の変化に伴い、物体画像へのポリゴンの投影位置がずれてくる。これが、メインテクスチャとサブテクスチャとの類似性が低くなる一つの原因である。しかし、このずれは、物体画像上での投影位置を並行移動させることで補正することが可能である。

【0135】したがって、メインテクスチャとサブテクスチャとの類似性が低い場合、サブテクスチャの投影位置を上下左右に±数ピクセルの範囲でずらし、再度類似性を調べる。この再チェックにおいて、一つでも類似性が高いものが検出されれば、サブテクスチャを持つ代わりに、位置シフト情報のみをもてばよい。

【0136】再表示時には、メインテクスチャ画像に、前記位置シフト分の補正を行なった上でテクスチャをマップすれば良い。

【0137】図11にその一例を示す。ここではメインテクスチャ110とサブテクスチャ112の類似度が低いと判定されるが、これらは、物体画像114上におい

て、左右上下にわずかにずれた位置関係にある。ここでは実線で囲まれた領域がサブテクスチャ、破線で囲まれた領域がメインテクスチャに対応する。

【0138】したがって、このような場合、サブテクスチャを上下左右にシフトし、その中で最良の類似度を求めることで、類似性が高いと判定されるようになる。

【0139】尚、この位置シフト補償はメインテクスチャとサブテクスチャとの間のみならず、サブテクスチャ同士の間でも行なう。この場合は、位置シフト量とともに参照先のid情報を持たせれば良い。

【0140】また、このように位置シフト補償を行なう場合、参照先テクスチャ画像は、ポリゴンの周囲にシフト分を加えた領域とする必要があり、参照されない場合よりもわずかにデータ量が増える。しかし、参照元のテクスチャ画像が不要となるメリットの方がはるかに大きく、全体としては大幅なデータ量削減が可能になる。

3：明度シフト補償によるデータ量削減

撮影視点が代わると共に照明条件が変化する場合、ポリゴンの色彩情報が変化してゆく。この際には、メインテクスチャとサブテクスチャの類似性が低いと判定されてしま

【0141】この場合、サブテクスチャをもつ代わりに、メインテクスチャとの明度シフト差のみを持たせれば良い。再表示時には、メインテクスチャ画像に、前記明度シフト分の補正を書けてテクスチャをマップすれば良い。

【0142】以上、各々の削減により1/2ずつデータ量が削減できたとすると全体で1/8となる。したがって、8.1GBが約1GBに削減できる。

【0143】また、これらの画像はJPEGなどの圧縮技術により、一般に1/20程度に圧縮することができる。したがって、50MB程度で全てのテクスチャが表現できると予測される。

【0144】なお、以上はポリゴンが三角形の場合について説明したが、四角形の場合には、前記の説明において、直角三角形を長方形に置き換えれば良い。

【0145】次に、形状データ及びテクスチャデータのうちテクスチャ座標座標の対応情報について、そのデータ量について見積もる。テクスチャ画像情報と同様、サブテクスチャに関する情報量が圧倒的に優勢である。

【0146】また、ポリゴン頂点の三次元座標情報は撮影視点数とは無関係であり、ポリゴン頂点毎に一つのみ持てば良いので、今は無視する。

【0147】したがって、ここでは可変テクスチャポリゴンのテクスチャ画像座標に焦点を当てて説明する。

【0148】テクスチャ座標情報は、一つのx座標或いはy座標あたり2byteとすると、三角形ポリゴンであることから、ポリゴンあたり12byteとなる。

【0149】また、どのメインテクスチャに対応するものであるかを区別できるよう、それぞれのポリゴンにid

を持たせる必要がある。ポリゴン数の上限を65,535とすると、2byteでid表現できる。例えば、図10の $\theta = 20$ 、 $\phi = 6$ のカメラ視線ベクトルに対応したサブテクスチャ情報において、id=10のポリゴンの情報は、14byteとなる。

【0150】したがって、視点数が8,100であり、2,000個の可変テクスチャポリゴンに関しては、226MB必要となる。

【0151】また、既に述べたように、テクスチャ画像のデータ量削減を行なうと、それぞれ新たな情報が必要となる。サブテクスチャ間の相互参照によるデータ量削減の場合、参照相手視点のidが必要となる。位置シフト補償によるデータ量削減の場合、位置シフト量及び参照相手視点のidが必要となる。明度シフト補償によるデータ量削減の場合、位置シフト量が必要となる。

【0152】これらは平均的に2byteとみつめると、結局ポリゴンあたり16byte必要であるから、8,100個の視点、2,000個の可変テクスチャポリゴンに関しては、259MB必要となる。

【0153】次に、このデータ量を削減する方法について説明する。

【0154】各ポリゴンのサブテクスチャ情報を表現する際に、もっとも素朴なものとして、各ポリゴンをそれぞれの視点に投影した形をそのまま保存して、これをテクスチャ画像に配置する方法が考えられる。

【0155】この場合、各ポリゴンの形状はばらばらであり、そのため、全てのポリゴンに関してテクスチャ画像中での頂点座標情報を持たせる必要がある。

【0156】ここで、図12に示すように、全てのポリゴンを直角三角形に変形（アフィン変換）し、長辺でソートしてテクスチャ画像に配置することを考える。ここで、二つの三角形120で一つの長方形を構成するようにする。横辺の長さが不一致の場合は、短い方を長い方に合わせるよう変形（アフィン変換）させればよい。

【0157】この場合、更に図13に示すように、縦(y方向)の辺が同じもので一つのグループを構成させ、横(x方向)の辺の長さ情報134のみ、長方形ごとに持たせることを考える。そして、縦辺の長さが変化するところ（グループの変わり目）に、変わり目を示す情報（セバレータ）130と新しい縦辺長情報132を挿入する。

【0158】尚、セバレータの出現する頻度は低いのでここでは無視する。

【0159】ここで、辺の長さの最大を256画素と仮定すれば、ポリゴンあたりの座標に関する情報は前記の座標記述分の12byteが0.5byteに削減される。したがって、結局ポリゴンあたり4.5byteのデータ量となり、8,100個の視点、2,000個の可変テクスチャポリゴンに関しては、72.9MBで表現できることになる。

【0160】尚、前記セバレータとしては1byteのゼロ

が好適である。なぜなら、この場所にセバレータが来ない場合には、縦辺の長さ、或いは横辺の長さのいずれかになる。しかし、これらは決してゼロとはならない。したがって、この値がゼロの場合は即座にセバレータであると判断できる。

【0161】このデータ量については、座標データよりid情報が優勢となる。可変テクスチャポリゴンのidはカメラ視線ベクトルが近い場合、ほぼ同じとなると考えられる。

【0162】したがって、このデータに、更にハフマンコーディングを適用することで、更なる圧縮が可能であると考えられる。

【0163】なお、前記では、ポリゴンの形状は変形させ、辺の長さは可変を許すという前提で説明した。この代わりに、辺の長さは全て2の冪(べき)に規格化する方法でもよい。

【0164】また、以上の説明では、物体画像を $\theta$ 方向全周について2度刻み、及び $\phi$ 方向1/4周について2度刻みの8,100個の視点から入力した場合について説明したが、本手法は当然これ以外の入力視点にも対応することは明らかである。

【0165】とくに、極に近い箇所においては $\theta$ 方向全周についての角度刻みを粗くするなどして、効率的な撮影をすることも有効である。

【0166】また、テクスチャ画像の圧縮についてはJPG以外の手法、例えばKL変換とハフマンコーディングを組み合わせた方法などを使っても良い。

【0167】次に、固定テクスチャポリゴンと可変テクスチャポリゴンが混在する三次元モデルデータの再生表示処理について説明する。この再生表示は、仮想カメラのスクリーンに相当する領域に画像データを書き込むことに相当する。

【0168】三次元データの再生表示は、例えばマウスなどによるユーザの仮想カメラ視点指示に基づいて行われる。今、対象物に対し、仮想カメラ位置、及び姿勢が指定されたとする。

【0169】固定テクスチャポリゴンの場合、指定された仮想カメラ位置のスクリーンにポリゴンを投影し、これにアフィン変換、或いは射影変換を施すことでメインテクスチャを書き込めばよい。

【0170】一方、可変テクスチャポリゴンの場合、複数のテクスチャ情報の中から、仮想カメラ視点に最適なテクスチャ情報を抽出して、これをマップする必要がある。このために、まず、カメラ視点とポリゴンを結ぶベクトルと、ポリゴンとがなす位置関係( $\theta$   $\phi$ 情報)を得る。

【0171】そして、サブテクスチャ情報と関連づけられて保持しているテクスチャ視線ベクトルと、この $\theta$   $\phi$ 情報とを比較し、最も近いものを最適テクスチャ情報とする。また、テクスチャ視線ベクトルに適合する $\theta$   $\phi$ 情

報が存在しない場合もあるが、この際にはメインテクスチャを最適テクスチャ情報として利用する。

【0172】その後は、固定テクスチャポリゴンの場合と同様、指定された仮想カメラ位置のスクリーンにポリゴンを投影し、これにアフィン変換、或いは射影変換を施すことで最適テクスチャを書き込めばよい。

【0173】なお、前記スクリーンへのテクスチャ書き込みにおいては、視点に対する各ポリゴンの前後関係を考慮した隠れ面処理をする必要がある。たとえば、良く知られたZバッファ法などの利用が好適である。

【0174】以上の処理を、図14を参照して再度説明する。

【0175】最初に、画像生成視点を決定する(S140)。続いて、以下に述べる処理を全ての表面要素(例えばポリゴン)について行なう。

【0176】まず、ポリゴンと画像生成視点のなす視線情報(表示用 $\theta$   $\phi$ 情報)を求める(S142)。

【0177】次に、この表示用 $\theta$   $\phi$ 情報に対して、最も近いカメラ視線ベクトルを持つサブテクスチャ情報を決定する(S143)。続いて、このサブテクスチャ情報の中に、該表面要素のサブテクスチャ情報があるかどうかを調べる(S144)。

【0178】サブテクスチャ情報があれば、このサブテクスチャ情報を、該表面要素の適切なテクスチャ情報として表示する(S145)。一方、ない場合、メインテクスチャ情報の中から該表面要素のテクスチャ情報をとりだし表示する(S146)。これを全ての表面要素について行う。

【0179】また、最適テクスチャを決める別の方法として、サブテクスチャから表示用 $\theta$   $\phi$ 情報に最も近いテクスチャ視線ベクトルをもつものを一つのみ選択するのではなく、表示用 $\theta$   $\phi$ 情報に近いテクスチャ視線ベクトルを複数選択し、これらを平均化するなどの統合処理を行なって、最適テクスチャ情報を生成しても良い。

【0180】ここで、前記で説明した過程を経て生成され、圧縮された三次元モデルデータは通常、一旦ファイルとして、ハードディスク、MO、CD、DVDなど何らかの媒体に記録されることが多い。再生表示時にはこれらの媒体から読み出され、一旦コンピュータなど表示機器のメモリにおかれたのち、指定された視点の画像を生成する。ここで、三次元モデルデータがコンピュータなど表示機器のメモリに一旦おかれる際に、上述のテクスチャ画像データをすべて展開(非圧縮状態)にすると、1GB程度のメモリ空間が必要となってしまう。

【0181】そこで、これらのテクスチャ画像のうち、メインテクスチャのみ展開し、サブテクスチャ情報は圧縮状態のまま、メモリ上に持たせることが好適である。そして、仮想視点指定された時点で、必要なサブテクスチャのみ展開し、テクスチャマップすれば良い。これはコンピュータCPUの負荷を増大させることになるが、

例えばJPEGデコードハードウェアなどが利用できる環境では、リアルタイム処理が可能となる。

【0182】一方、表示に利用するコンピュータの性能が不十分な場合、ユーザの高速な仮想カメラ視点変更（或いは対象物の回転／移動指示）に高速に追従した表示が難しいことがある。

【0183】この場合は、高速視点変更時にはすべてのポリゴンについて、メインテクスチャのみを用いた表示を行ない、視点変更が低速、或いは停止したタイミングで、サブテクスチャの利用を再開することが好適である。このように適応的に参照テクスチャを変更することで、表示機器の性能が低い場合でもストレスが少なく表示処理することが可能になる。

【0184】また、対象物を一定回転させるなど、視点の動きが予測される場合には、以下のようにすることで、メインテクスチャのみを用いるよりも、品質の良いテクスチャ表示をすることが可能になる。

【0185】まず、参照テクスチャ更新頻度を決定する。これは表示機器の性能に応じて決定され、例えば、1/3秒毎などとする。

【0186】次に、テクスチャ更新時の視点を予測する。図15は、ある角速度で視点が物体のまわりを回転する場合を示している。この場合には、視線が実線矢印で示した地点に来た時、テクスチャ更新を行ない、この時、破線矢印で示した視点のサブテクスチャを用いる。

【0187】即ち、時刻 $t_0$ ～ $t_1$ の間は、可変テクスチャポリゴンについては視点 $u_0$ に応じたサブテクスチャを参照した表示を行なう。また、同時に、時刻 $t_1$ ～ $t_2$ の間に参照すべき視点 $u_1$ に応じたサブテクスチャを利用するための前処理を行なう。

【0188】そして、時刻 $t_1$ の時点で、参照するサブテクスチャを視点 $u_1$ に応じたものに置き換える。これを繰り返すことで、メインテクスチャのみを用いるよりも、品質の良いテクスチャ表示をすることが可能になる。

【0189】尚、本発明のプログラムを記憶する記録媒体としては、ROM、RAM、ハードディスク、CD-ROM、DVD、フロッピーディスクなど各種の媒体が利用でき、またそのプログラムは通信により提供することも可能である。

【0190】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、一つの表面について複数の色データを生成することができ、したがって、三次元形状データに不正確な部分があっても、その部分の表示を視覚的に好適なものにできる効果を奏する。

【0191】更に、画像再生時に使用する記憶領域を比較的少なく抑えつつ、高速に再生表示することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】三次元画像生成装置のシステム全体構成を示す

ブロック図である。

【図2】三次元画像生成装置の別の形態のシステム全体構成を示すブロック図である。

【図3】三次元画像生成表示装置のシステム全体構成を示すブロック図である。

【図4】画像入力手段の一例を示す説明図である。

【図5】三次元形状モデリングのフローチャートである。

【図6】色彩情報の生成を示すフローチャートである。

10 【図7】基準視点決定の説明図である。

【図8】三次元形状データの説明図である。

【図9】テクスチャデータの説明図である。

【図10】参照情報を持ったサブテクスチャデータの説明図である。

【図11】テクスチャデータの再配置の説明図である。

【図12】テクスチャの類似度を位置シフトすることで改善する説明図である。

【図13】テクスチャデータの効率的配置の説明図である。

20 【図14】画像再生表示処理のフローチャートである。

【図15】画像再生表示時の視点移動の説明図である。

【図16】カメラ視線ベクトル情報の説明図である。

【符号の説明】

10 画像入力部

12 立体形状入力部

14 色彩情報変換部

16 データ記憶部

30 映像生成部

32 映像表示部

30 40 回転台

42 カメラ移動機構

44 カメラ

46 対象物

70 ポリゴン

72 カメラ視点画像

78 ポリゴン法線

79 カメラ視線

80 三次元形状データ

90 テクスチャ情報領域

40 92 テクスチャ画像におけるポリゴン頂点

94 テクスチャ画像情報

110 メインテクスチャ

112 サブテクスチャ

114 物体画像

116 位置シフト

120 テクスチャ画像における三角形ポリゴン

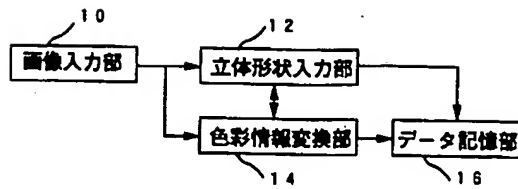
130 セバレータ

132 縦辺長情報

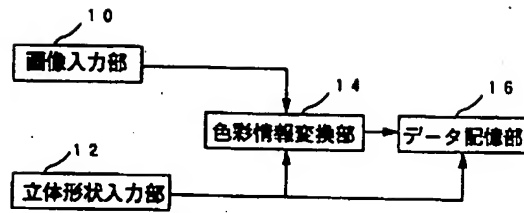
134 横辺長情報

50 150 カメラ視点

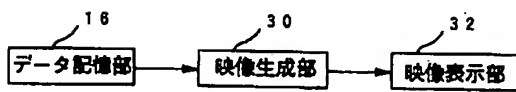
【図1】



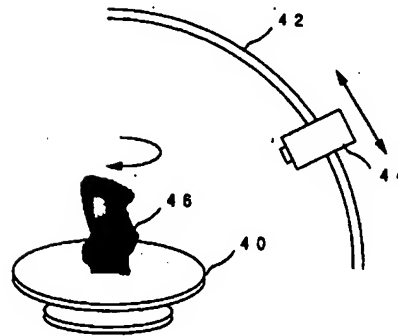
【図2】



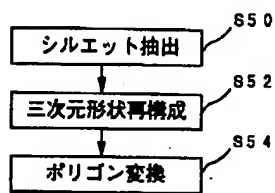
【図3】



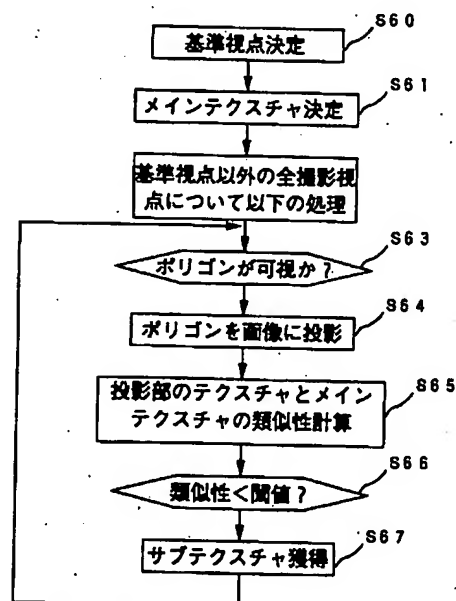
【図4】



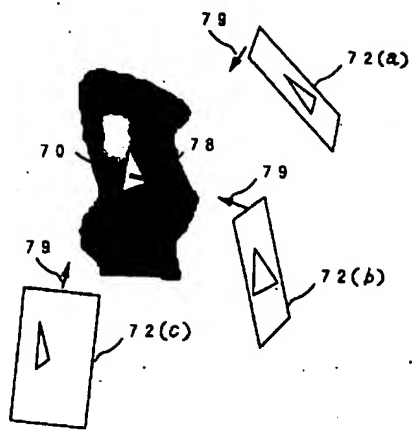
【図5】



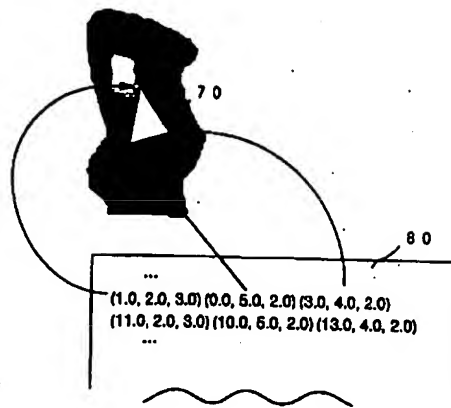
【図6】



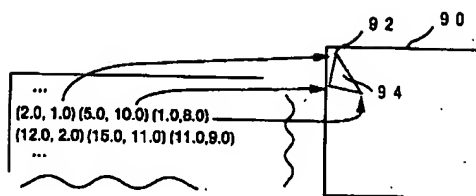
【図7】



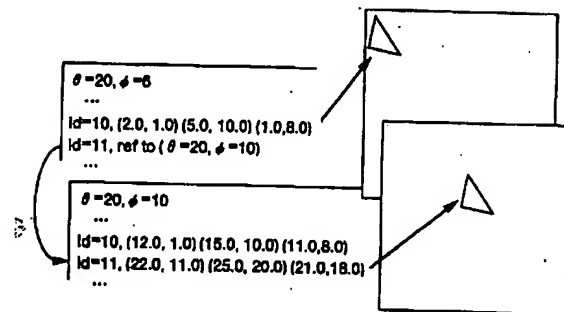
【図8】



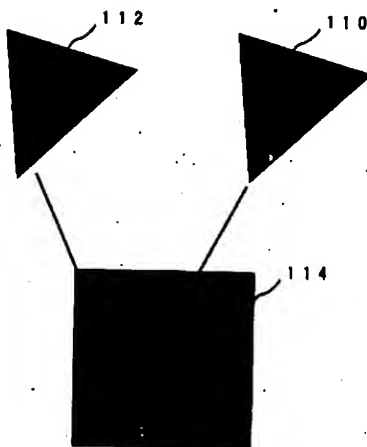
【図9】



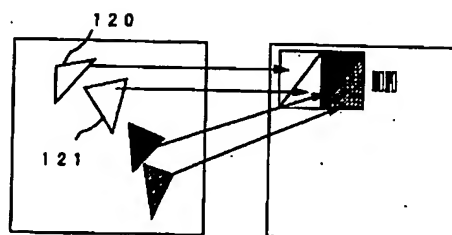
【図10】



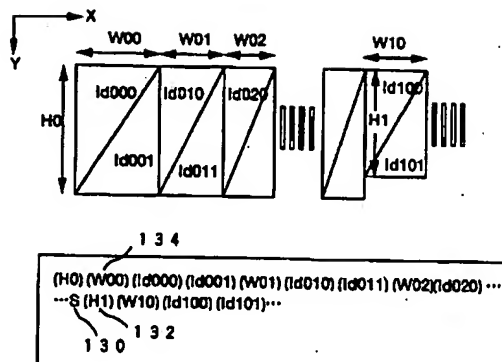
【図11】



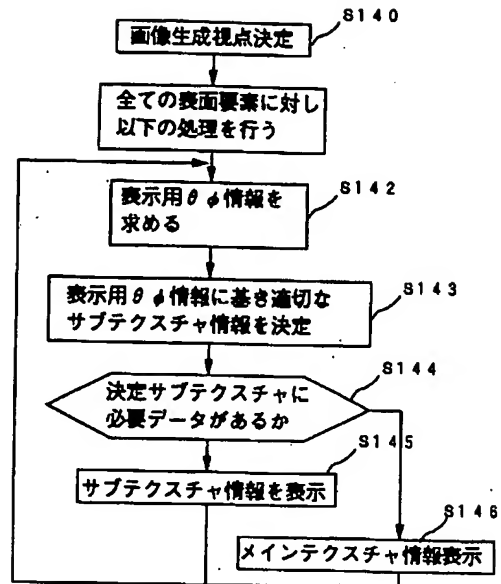
【図12】



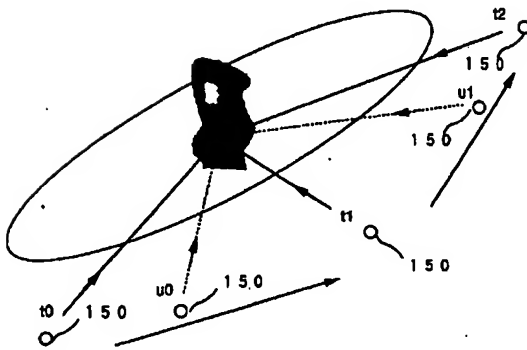
【図13】



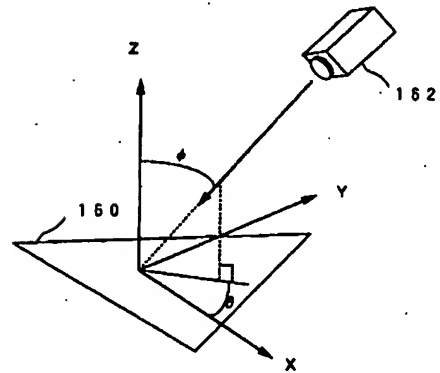
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5B050 BA09 DA07 EA04 EA06 EA09  
EA10 EA27 EA28 EA30 FA02  
FA05  
5B080 AA14 AA17 BA07 FA02 GA22